

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 2 4 日
Date of Application:

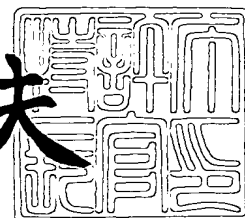
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 7 8 9 3 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 7 8 9 3 5]

出 願 人 ア ラ コ 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PA03-113

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B21D 26/02
B21D 22/02
B21D 24/04
B21D 37/10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市吉原町上藤池 2 5 番地 アラコ株式会社内

【氏名】 楠 憲一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市吉原町上藤池 2 5 番地 アラコ株式会社内

【氏名】 塩見 正直

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市吉原町上藤池 2 5 番地 アラコ株式会社内

【氏名】 吉岡 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市吉原町上藤池 2 5 番地 アラコ株式会社内

【氏名】 高村 智之

【特許出願人】

【識別番号】 000101639

【氏名又は名称】 アラコ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088971

【弁理士】

【氏名又は名称】 大庭 咲夫

【選任した代理人】**【識別番号】** 100115185**【弁理士】****【氏名又は名称】** 加藤 慎治**【先の出願に基づく優先権主張】****【出願番号】** 特願2002-308279**【出願日】** 平成14年10月23日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 075994**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0009909**【包括委任状番号】** 0009911**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液圧成形方法、液圧成形装置および液圧成形方法により成形される燃料電池用メタルセパレータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可動型と固定型間に介在させたワークの一侧に液体を密閉状態にて満たして、前記可動型を前記液体の収容部に向けて押し込むことにより前記液体を加圧し、同加圧された液体により前記ワークの一部をその他側に形成した成形空間部に向けて変形させて、前記ワークに成形を施すことを特徴とする液圧成形方法。

【請求項 2】

上型と下型との間に介在させて周縁部を狭持した平板状のワークの中央部に凸部を成形する液圧成形方法であって、

前記下型に形成された窪み部に液体を満たした状態で空気が入らないように前記ワークを前記下型の上端部に載置する第 1 の工程と、

前記上型の外周に位置するブランクホルダを下降させて、前記下型に載置したワークの周縁部を前記ブランクホルダと前記下型の上端部とにより狭持する第 2 の工程と、

前記上型を前記下型に対して相対的に下降し、前記ワークの中央部を上型により押圧変形させるとともに前記液体を圧縮して加圧し、同加圧された液体により前記上型に形成された成形部の形状を前記ワークに転写して凸部を形成する第 3 の工程とを備えたことを特徴とする液圧成形方法。

【請求項 3】

前記請求項 2 に記載した液圧成形方法において、

前記第 3 の工程にて、前記ワークに前記上型の成形部の形状が転写された後に、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持する第 4 の工程を備えたことを特徴とする液圧成形方法。

【請求項 4】

前記請求項 3 に記載した液圧成形方法において、

前記第 4 の工程にて、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持

した後に、前記液体の液圧力を開放する第5の工程を備えたことを特徴とする液圧成形方法。

【請求項5】

前記液体の圧縮率が、 $3.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{kg}$ 以下である前記請求項1ないし前記請求項4のうちのいずれか一つに記載した液圧成形方法。

【請求項6】

前記液体の粘度が、 $100 \sim 1500 \text{ cSt}$ である前記請求項1ないし前記請求項5のうちのいずれか一つに記載した液圧成形方法。

【請求項7】

前記液体は、グリコールと水とが所定の割合で混合されたものである前記請求項1ないし前記請求項6のうちのいずれか一つに記載した液圧成形方法。

【請求項8】

前記請求項1ないし前記請求項7のうちのいずれか一つに記載した液圧成形方法において、

前記ワークは、その一側に表面処理が施されていて、同一側が前記液体に接触した状態で成形されることを特徴とする液圧成形方法。

【請求項9】

ワークを載置して支持可能な支持部と、同支持部によって囲まれて液体を満たした窪み部とを有する下型と、

上下動可能で前記ワークの周縁部を前記下型の支持部とにより挟持可能なブラנקホルダと、

上下動可能で下面に成形部を有して、前記下型の支持部と前記ブラנקホルダとにより周縁部を挟持されたワークの中央部とともに、前記下型の窪み部に侵入可能な上型とを備えたことを特徴とする液圧成形装置。

【請求項10】

前記請求項9に記載した液圧成形装置において、

前記ワークが前記下型の支持部に載置される前に前記下型の窪み部に液体を供給して満たし、前記ワークが前記上型と前記下型とによって成形されるときに窪み部に満たした液体を封止し、前記成形後にて前記上型が前記下型の窪み部から

退避動作する前に前記窪み部から液体を排出する給排封止装置を設けたことを特徴とする液压成形装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載した液压成形装置において、

前記給排封止装置は、液压供給源から前記下型の窪み部への前記液体の流通を許容する逆止弁と、前記下型の窪み部と前記逆止弁間の通路内に保持可能な圧力を切替操作に応じて変更可能であり、常態ではリリーフ圧が低圧設定値とされ、前記ワークが成形されるときにはリリーフ圧が高圧設定値とされるリリーフ弁との複合弁を備えていて、この複合弁のバルブボデーは下型に直接組み付けられていることを特徴とする液压成形装置。

【請求項 12】

前記請求項 11 に記載した液压成形装置において、

前記バルブボデーには、圧力センサを脱着可能な取付ポートが設けられていることを特徴とする液压成形装置。

【請求項 13】

前記請求項 9 または前記請求項 12 に記載した液压成形装置において、

前記ワークは、その一面に表面処理が施されていて、同一面が前記液体に接触した状態で前記下型の支持部に載置されることを特徴とする液压成形装置。

【請求項 14】

多数の凸部が成形されて構成される燃料電池用メタルセパレータであって、

下型に形成された窪み部に液体を満たした状態で空気が入らないようにメタルセパレータ素材を前記下型の上端部に載置する第 1 の工程と、

上型の外周に位置するブランクホルダを下降させて、前記下型に載置したメタルセパレータ素材の周縁部を前記ブランクホルダと前記下型の上端部とにより挟持する第 2 の工程と、

前記上型を前記下型に対して相対的に下降し、前記メタルセパレータ素材の中央部を前記上型により押圧変形させるとともに前記液体を圧縮して加圧し、同加圧された液体により前記上型に形成された成形部の形状を前記メタルセパレータ素材に転写して凸部を形成する第 3 の工程とを備えた液压成形方法により前記凸

部が成形されることを特徴とする燃料電池用メタルセパレータ。

【請求項 15】

前記請求項 14 に記載した燃料電池用メタルセパレータにおいて、

前記凸部を成形する液圧成形方法は、

前記第 3 の工程にて、前記メタルセパレータ素材に前記上型の成形部の形状が転写された後に、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持する第 4 の工程を備えていることを特徴とする燃料電池用メタルセパレータ。

【請求項 16】

前記請求項 15 に記載した燃料電池用メタルセパレータにおいて、

前記凸部を成形する液圧成形方法は、

前記第 4 の工程にて、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持した後に、前記液体の液圧力を開放する第 5 の工程を備えていることを特徴とする燃料電池用メタルセパレータ。

【請求項 17】

前記液圧成形方法に用いられる液体の圧縮率が、 $3.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{kg}$ 以下である前記請求項 14 ないし前記請求項 16 のうちのいずれか一つに記載した燃料電池用メタルセパレータ。

【請求項 18】

前記液圧成形方法に用いられる液体の粘度が、 $100 \sim 1500 \text{ cSt}$ である前記請求項 14 ないし前記請求項 17 のうちのいずれか一つに記載した燃料電池用メタルセパレータ。

【請求項 19】

前記液圧成形方法に用いられる液体は、グリコールと水とが所定の割合で混合されたものである前記請求項 14 ないし前記請求項 18 のうちのいずれか一つに記載した燃料電池用メタルセパレータ。

【請求項 20】

前記請求項 14 ないし前記請求項 19 のうちのいずれか一つに記載した燃料電池用メタルセパレータにおいて、

前記メタルセパレータ素材は、その一側に表面処理が施されていて、同一側が

前記液体に接触した状態で成形されることを特徴とする燃料電池用メタルセパレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、密封空間に充填された液体の液圧力を複雑な装置を用いることなく上昇させて液圧成形する液圧成形方法およびその装置並びに液圧成形方法により凸部が成形される燃料電池用メタルセパレータに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、例えば、以下の特許文献1に示すような、液圧成形方法は知られている。この従来の液圧成形方法においては、まず、下型に形成された窪み部に液体を満たした状態で、ブランクホルダが薄肉金属板を挟持する。そして、多数の凹部が形成された上型を下降させるとともに加圧ポンプによって液体の液圧力を上げて、上型に形成された凹部内に突出する凸形状を薄肉金属板に予備成形する。続いて、液体の液圧力を下げるとともに上型を所定位置まで降下させて、上型の凹部と下型に形成された凸部との間に薄肉金属板を挟み、所定の凸形状を薄肉金属板にプレス成形により転写する。そして、液圧弁を完全に解放して液圧力を降下させ、上型が上昇して元の位置に戻る。このように、従来の液圧成形方法によれば、上記動作の実行により、薄肉金属板の表面に多数の凹凸形状が形成されるようになっている。ここで、この従来の液圧成形方法は、発明の実施形態において、多数の凹凸形状が形成される燃料電池用メタルセパレータに適用されている。

【0003】

【特許文献1】

特開 2001-259752

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の液圧成形方法においては、薄肉金属板を予備成形する際

に、加圧ポンプにて液体を加圧する必要がある。このため、液圧成形装置に加圧ポンプを備えなければならず、液圧成形装置全体の構造が複雑になるとともに、高価なものとなる。

【0005】

【発明の概略】

本発明は、上記した問題に対処するためになされたものであり、その目的は、簡略化した型構造によって液圧成形を可能とするものであって、特に、燃料電池用メタルセパレータなどの薄肉の金属板に多数の凹凸形状を成形することに好適な液圧成形方法および液圧成形装置を提供することにある。

【0006】

本発明の特徴は、可動型と固定型間に介在させたワークの一侧に流体を密閉状態にて満たして、前記可動型を前記液体の収容部に向けて押し込むことにより前記液体を加圧し、同加圧された液体により前記ワークの一部をその他側に形成した成形空間部に向けて変形させて、前記ワークに成形を施すことにある。これによれば、可動型をワークの液体の収容部に向けて押し込むことにより、液体を圧縮して加圧することができる。このため、液体を加圧するための加圧ポンプを備える必要がなく、型構造を簡略化することができる。

【0007】

また、本発明の他の特徴は、上型と下型との間に介在させて周縁部を挟持した平板状のワークの中央部に凸部を成形する液圧成形方法であって、前記下型に形成された窪み部に液体を満たした状態で空気が入らないように前記ワークを前記下型の上端部に載置する第1の工程と、前記上型の外周に位置するブランクホルダを下降させて、前記下型に載置したワークの周縁部を前記ブランクホルダと前記下型の上端部とにより挟持する第2の工程と、前記上型を前記下型に対して相対的に下降し、前記ワークの中央部を上型により押圧変形させるとともに前記液体を圧縮して加圧し、同加圧された液体により前記上型に形成された成形部の形状を前記ワークに転写して凸部を形成する第3の工程とを備えたことにある。この場合において、前記第3の工程にて、前記ワークに前記上型の成形部の形状が転写された後に、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持する第

4の工程を備えるとよい。さらに、前記第4の工程にて、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持した後に、前記液体の液圧力を開放する第5の工程を備えるとよい。

【0008】

これによれば、上型が相対的に下降して、下型の上端部に載置されたワークを押圧変形させるとともに下型に形成された窪み部に満たされた液体を圧縮して加圧し、液体の液圧力を高めることができる。これにより、別途加圧ポンプを設けなくても、液体の液圧力を高圧として、容易に加工することができる。また、上型に形成された成形部と液圧力が高められた液体とにより、ワークに所定の形状を成形することができる。このため、従来の上型の成形部と下型の成形部とによりワークに所定形状を成形する場合に比して、液体の加圧減圧工程および上型と下型によるプレス工程をなくすことができる。したがって、加工時間（1サイクル時間）を短縮することができる。

【0009】

また、ワークに所定形状を成形した後、液体の液圧力を所定の時間保持することができる。これにより、ワークの下面に所定時間高圧の液圧力を均一に作用させることができるため、例えば、成形に伴って発生する歪を除去することができる。このため、歪除去工程をなくすことができ、加工時間を短縮することができる。

【0010】

また、液体の液圧力を所定の時間保持した後、液体の液圧力を開放することができる。これにより、上型が上昇した後に、ワークの下面に作用している高圧の液圧力によって、ワークに成形された所定の形状（例えば、凹凸形状）が変形することを防止することができて、成形精度を向上することができる。

【0011】

これらの場合において、前記液体の圧縮率が、 $3.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{kg}$ 以下であるとよい。また、前記液体の粘度が、 $100 \sim 1500 \text{ cSt}$ であるとよい。また、前記液体は、グリコールと水とが所定の割合で混合されたものであるとよい。また、前記ワークは、その一側に表面処理が施されていて、同一側が

前記液体に接触した状態で成形されるとよい。

【0012】

これらによれば、液体の圧縮率を $3.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{kg}$ 以下とすることにより、さらに効率よく液体の液圧力を高めることができる。このため、液圧成形装置の構造を簡略化することができて、同装置の製造コストを低減することができる。また、液体の粘度を $100 \sim 1500 \text{ cSt}$ の範囲とすることにより、液体の液圧力が高圧となった場合であっても、例えば、ワークと下型の上端部との間から、液体が漏出することを防止することができる。これにより、液体の液圧力をさらに高めて、成形することができるため、上型の成形部の形状をより正確に転写することができて、成形精度を向上させることができる。また、液体を、容易に入手可能なグリコールと水とを混合して、作製することができる。これにより、低圧縮でかつ高粘度の液体を極めて容易に作製することができる。また、液体を低圧縮でかつ高粘度の液体とすることができるため、液体の圧縮が小さくても容易に液圧力を高めることができて、可動型または上型のストロークを小さくすることができる。

【0013】

また、ワークにおける成形部分の一面は液体とのみ接触するため、液体と接触する面は型（金属）との接触による傷つけなどが防止される。このため、ワークの一面に表面処理（例えば、めっきなど）が液圧成形前に施されていても、表面処理された面を液体に接触させて成形することにより、表面処理に悪影響（例えば、めっきの剥がれなど）を与えることなく好適に成形することができる。また、ワークの一面が、液体と接触して成形されるため、成形部分に均一に加工力が作用する。これにより、ワーク板の伸びを大きくすることができて、例えば、板厚が 1 mm 以下の薄板であっても、容易に成形することができる。

【0014】

また、本発明の他の特徴を別の観点から捉えると、液圧成形装置が、ワークを載置して支持可能な支持部と、同支持部によって囲まれて液体を満たした窪み部とを有する下型と、上下動可能で前記ワークの周縁部を前記下型の支持部とにより挟持可能なブランクホルダと、上下動可能で下面に成形部を有して、前記下型

の支持部と前記ブランクホルダとにより周縁部を挟持されたワークの中央部とともに、前記下型の窪み部に侵入可能な上型とを備えたことにある。

【0015】

この場合において、前記ワークが前記下型の支持部に載置される前に前記下型の窪み部に液体を供給して満たし、前記ワークが前記上型と前記下型とによって成形されるときに窪み部に満たした液体を封止し、前記成形後にて前記上型が前記下型の窪み部から退避動作する前に前記窪み部から液体を排出する給排封止装置を設けるとよい。また、前記給排封止装置は、液压供給源から前記下型の窪み部への前記液体の流通を許容する逆止弁と、前記下型の窪み部と前記逆止弁間の通路内に保持可能な圧力を切替操作に応じて変更可能であり、常態ではリリーフ圧が低圧設定値とされ、前記ワークが成形されるときにはリリーフ圧が高圧設定値とされるリリーフ弁との複合弁を備えていて、この複合弁のバルブボデーは下型に直接組み付けられているとよい。また、前記バルブボデーには、圧力センサを脱着可能な取付ポートが設けられているとよい。さらに、前記ワークは、その一面に表面処理が施されていて、同一面が前記液体に接触した状態で前記下型の支持部に載置されるとよい。

【0016】

これらによれば、上型が相対的に下降して、下型の上端部に載置されたワークを押圧変形させるとともに下型に形成された窪み部に満たされた液体を圧縮して加圧し、液体の液圧力を高めることができる。これにより、別途加圧ポンプを設けなくても、液体の液圧力を高圧として、容易に加工することができる。また、上型に形成された成形部と液圧力が高められた液体とによりワークに所定の形状を成形することができる。このため、従来の上型の成形部と下型の成形部とによりワークに所定形状を成形する場合に比して、液体の加圧減圧工程および上型と下型によるプレス工程をなくすことができる。したがって、加工時間（1サイクル時間）を短縮することができる。

【0017】

また、液压成形装置には、液体の給排封止装置を設けることができるため、例えば、連続成形により、液体が減少した場合であっても、容易に液体を補充する

ことができる。また、液体を封止することができるため、ワークに所定形状を成形した後、液体の液圧力を所定の時間保持することができる。これにより、ワークの下面に所定時間、高圧の液圧力を均一に作用させることができるため、例えば、成形に伴って発生する歪を除去することができる。したがって、歪除去工程をなくすことができ、加工時間を短縮することができる。また、上型が窪み部から退避する前に、液体の液圧力を開放することができるため、上型が退避した後に、高圧の液圧力により、ワークが変形することを防止できて、製品の成形精度を向上させることができる。

【0018】

また、給排封止装置が逆止弁とリリーフ弁の複合弁を備えて、複合弁のバルブボデーを下型に直接組み付けることにより、下型の窪み部と各弁間をそれぞれ連通する連通配管を設ける必要がない。これにより、液体の液圧力が高圧とされたときに、連通配管が拡張することによる圧力降下が生じず、液体の液圧力を高圧で保持することができる。また、連通配管による圧力効果が生じないため、液体の圧縮が小さくても極めて容易に液圧力を高めることができ、上型（可動型）のストローク量を小さくすることができる。さらに、逆止弁とリリーフ弁とをそれぞれ組み付けるためのスペースを省略することができて、液圧成形装置をコンパクトに構成することができる。

【0019】

また、複合弁のバルブボデーの取付ポートには、圧力センサを取り付けることができる。このため、下型に圧力センサを取り付けるための配管を別途設ける必要がなく、圧力降下が生じることがなくて、窪み部内の液体の液圧力を正確に確認することができる。したがって、圧力センサを取付ポートに取り付けることにより、圧力センサから出力される液体の液圧力に基づいて、製品の成形状態の良否を判別することができて、製品の品質を良好に保つことができる。また、取付ポートに取り付けた圧力センサからの液体の液圧力に基づいて、上型が窪み部に侵入する作動量を適宜調整することもできる。したがって、ワークの形状の影響（例えば、厚さの変動など）を最小として成形することができるため、製品の品質を良好に保つことができる。

【0020】

また、ワークにおける成形部分の一面は液体とのみ接触するため、液体と接触する面は型（金属）との接触による傷つけなどが防止される。このため、ワークの一面に表面処理（例えば、めっきなど）が液压成形前に施されていても、表面処理された面を液体に接触させて成形することにより、表面処理に悪影響（例えば、めっきの剥がれなど）を与えることなく好適に成形することができる。また、ワークの一面が、液体と接触して成形されるため、成形部分に均一に加工力が作用する。これにより、ワーク板の伸びを大きくすることができて、例えば、板厚が1 mm以下の薄板であっても、容易に成形することができる。

【0021】

さらに、本発明の他の特徴を別の観点から捉えると、多数の凸部が成形されて構成される燃料電池用メタルセパレータであって、下型に形成された窪み部に液体を満たした状態で空気が入らないようにメタルセパレータ素材を前記下型の上端部に載置する第1の工程と、上型の外周に位置するブランクホルダを下降させて、前記下型に載置したメタルセパレータ素材の周縁部を前記ブランクホルダと前記下型の上端部とにより挟持する第2の工程と、前記上型を前記下型に対して相対的に下降し、前記メタルセパレータ素材の中央部を前記上型により押圧変形させるとともに前記液体を圧縮して加圧し、同加圧された液体により前記上型に形成された成形部の形状を前記メタルセパレータ素材に転写して凸部を形成する第3の工程とを備えた液压成形方法により前記凸部が成形されることにある。

【0022】

この場合、前記凸部を成形する液压成形方法は、前記第3の工程にて、前記メタルセパレータ素材に前記上型の成形部の形状が転写された後に、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持する第4の工程を備えているとよい。また、前記凸部を成形する液压成形方法は、前記第4の工程にて、前記上型を維持して前記液体の液圧力を所定の時間保持した後に、前記液体の液圧力を開放する第5の工程を備えているとよい。

【0023】

また、これらの場合、前記液压成形方法に用いられる液体の圧縮率が、3.0

$\times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{kg}$ 以下であるとよい。また、前記液圧成形方法に用いられる液体の粘度が、 $100 \sim 1500 \text{ cSt}$ であるとよい。また、前記液圧成形方法に用いられる液体は、グリコールと水とが所定の割合で混合されたものであるとよい。さらに、前記メタルセパレータ素材は、その一側に表面処理が施されていて、同一側が前記液体に接触した状態で成形されるとよい。

【0024】

これらによれば、上記液圧成形方法により成形された燃料電池用メタルセパレータは、上型の成形部と液圧力が高められた液体とにより、凸部が高精度に転写される。このため、燃料電池用メタルセパレータ同士を積層して燃料電池スタックを構成する場合には、接合面積を十分に確保することができて、燃料電池用メタルセパレータ間の導電性を高めることができる。また、凸部の成形時に発生する歪を除去することができるため、燃料電池用メタルセパレータを組み付ける際の組み付け性を向上することができる。

【0025】

また、燃料電池メタルセパレータにおいては、より大容量の電力を発電するために、多重にメタルセパレータを積層して燃料電池スタックを構成する必要がある、一つの電池ユニットが大きくなる傾向にあった。この傾向に対し、本発明の液圧成形方法を燃料電池用メタルセパレータの製造に適用することにより、個々のメタルセパレータを薄くすることができるため、電池ユニットの小型化が可能となる。また、燃料電池は、発電時に水が発生するために、メタルセパレータは水と接触する時間が長い。このため、メタルセパレータには、耐食性を良好に確保するためにその表面に表面処理が施されている場合が多い。ところで、本発明の液圧成形方法によれば、成形時にワークの表面に傷がつくことを効果的に防止することができるため、表面処理構造を破壊することがなくて、燃料電池用メタルセパレータの耐食性を極めて良好に確保することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の第1実施形態を図面を用いて説明する。図1から図4は、本発明の一例に係る表面に多数の筋状凸部を有する薄肉金属板、特に、燃料電池用

メタルセパレータを製造する各工程を示すものである。そして、液圧成形機 20 が、これら各工程を順次進めることにより、図 5 (a) にて要部を拡大して概略的に示すように、燃料電池スタックを構成するメタルセパレータ 10 を製造する。

【0027】

製造された 2 枚のメタルセパレータ 10 は、その一側にてアノード電極 AE、電解質膜 EF およびカソード電極 CE から構成される膜一電極アッセンブリ (MEA) を挟んで接合されて燃料電池スタックを構成する。このように、2 枚のメタルセパレータ 10 が一側にて MEA を介して接合されることにより、水素が流通供給される水素ガス通路 HC と酸素剤ガス (例えば、空気) が流通供給される酸化剤ガス通路 OC が形成される。また、メタルセパレータ 10 は、その他側にてメタルセパレータ 10 同士が直接接合されて冷却水が流通供給される冷却水通路 CC が形成される。

【0028】

メタルセパレータ 10 は、図 5 (b) に示すように、メタルセパレータ素材 (ワーク) としての金属板本体 11 の表面に多数の筋状凸部 12 を有している。金属板本体 11 は、平板状であって、割れや反りがなく、かつ、筋状凸部 12 の肩部や基部にだれがない特性を有しているステンレス (例えば、SUS316L) であり、その板厚は、0.5mm 以下とされている。ここで、以下に示す本実施形態の詳細な説明においては、金属板本体 11 の板厚を、0.1mm として説明する。なお、金属板本体 11 としては、他の薄肉鋼板 (SCP, SHP)、アルミニウム板、銅板またはこれらの金属板にメッキ、塗装、ラミネート材貼付など表面処理を施した金属板を採用することができる。

【0029】

筋状凸部 12 は、その先端部分から基端部分に向かってわずかに拡開するテーパ状を呈している。そして、筋状凸部 12 は、0.5~1mm の幅、0.4~0.6mm の高さで成形されるとともに、そのピッチ間隔が 1~2mm で成形される。ここで、以下に示す本実施形態の詳細な説明においては、筋状凸部 12 の形状を、幅 0.8mm、高さ 0.5mm として成形し、そのピッチ間隔を 1.6~

3. 0mmとして説明する。

【0030】

液圧成形機20は、図1から図4に示すように、下型21と、上型22と、ブランクホルダ23とを備えている。

【0031】

下型21は、下端面にて床面に固定されたプレスベッドPの上面に固着されており、略中央上部に上方に開口する窪み部21aを備えている。窪み部21aは、上型22を挿入できる大きさに形成されており、その上端部には、金属板本体11を載置して支持する支持部21bが形成されている。また、窪み部21aには、作動液体Aが満たされる。作動液体Aは、グリコールと水とが混合されて作製される。このときの混合体積比としては、例えば、グリコール：水＝9～6：1～4程度とされる。そして、作製された作動液体Aの圧縮率は、 $2.84 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{kg}$ 程度であり、その粘度は、100～1500 cSt程度である。なお、粘度については、粘度が100 cStより低いと、成形時に液体の温度が上昇した際粘度が低下して液体が窪み部21aから漏れる可能性がある。一方、粘度が1500 cStよりも高いと、液体の流動性を確保することができない可能性がある。

【0032】

また、下型21には、成形により減少した作動液体Aを補充するための液体補充装置Sが開閉弁S1を介して連結されており、開閉弁S1に接続された液体導入管路S2が窪み部21aの底部にて開口している。ここで、開閉弁S1は、液圧成形機20の作動時すなわち金属板本体11に筋状凸部12を成形しているときには、閉状態とされて作動液体Aの導通を遮断する。また、成形後、上型22が上昇して退避する前に、液圧力を解放するために開状態とされるとともに、作動液体Aを補充するときにも、開状態とされて作動液体Aの導通を許容する。また、作動液体Aは、メタルセパレータ10の連続成形によって、高温になる場合がある。この場合には、液体補充装置Sに作動液体Aを冷却するための冷却装置を設けて、冷却された作動液体Aを窪み部21aに補充するようにすることも可能である。

【0033】

上型 22 は、上端面にて、軸線方向に昇降可能に構成されたインナースライダ I の下面側と一体的に固着されており、その外周寸法が下型 21 の窪み部 21a の開口寸法に比して所定量小さい寸法とされている。ここで、所定量小さい寸法は、金属板本体 11 の板厚と同板厚の製造上の誤差を考慮して、決定される寸法である。また、上型 22 の下端面すなわち下型 21 と対向する面には、金属板本体 11 に筋状凸部 12 を成形するための成形部 22a が形成されている。成形部 22a は、金属板本体 11 に筋状凸部 12 を転写するために筋状に形成された多数の凹凸部分を有している。

【0034】

ブランクホルダ 23 は、上端面にて、軸線方向に昇降可能に構成されたアウトースライダ O の下面側と一体的に固着されており、上型 22 の外周に位置している。そして、ブランクホルダ 23 の下端面は、下型 21 の支持部 21b に対向して配置されている。

【0035】

次に、上記のように構成した液压成形機 20 が図 1 に示す第 1 の工程から図 4 に示す第 5 の工程を経て、メタルセパレータ 10 を成形する動作を第 1 の工程から順次詳細に説明する。

【0036】

図 1 に示す第 1 の工程では、作動液体 A を下型 21 の窪み部 21a の上端部に達するまで満たした状態で、金属板本体 11 を支持部 21b に載置する。このように金属板本体 11 を載置するときには、作動液体 A の液面と金属板本体 11 との間に空気が入らないように注意する必要がある。また、作動液体 A が窪み部 21a の上端部に達するまで満たされていない場合には、液体補充装置 S を作動させるとともに開閉弁 S1 を開状態として、作動液体 A を補充する。そして、作動液体 A が窪み部 21a の上端部に達するまで満たされると、液体補充装置 S を停止させるとともに開閉弁 S1 は閉状態とされる。

【0037】

このように、金属板本体 11 が支持部 21b に載置されると、作動液体 A は、

金属板本体 11 の下面と、窪み部 21 a と、液体導入管路 S 2 と、開閉弁 S 1 とから形成される空間（以下、この空間を密閉空間という）に満たされた状態となる。

【0038】

図 2 に示す第 2 の工程では、アウトースライダ O を下降させ、ブランクホルダ 23 を下型 21 の支持部 21 b 方向に下降させる。そして、ブランクホルダ 23 と支持部 21 b とにより、下型 21 の支持部 21 b に載置した金属板本体 11 の周縁部を挟持する。このように、金属板本体 11 の周縁部がブランクホルダ 23 と支持部 21 b とにより挟持されると、作動液体 A は、金属板本体 11 の下面と、窪み部 21 a と、液体導入管路 S 2 と、閉状態の開閉弁 S 1 とから形成される空間に密閉された状態となる。

【0039】

図 3 に示す第 3 の工程では、インナースライダ I を下降させて、上型 22 を下型 21 の窪み部 21 a 方向に下降させる。そして、上型 22 を、金属板本体 11 を押圧変形させながら、窪み部 22 a 内に挿入する。この上型 22 の下降動作を、図 6 に実線によって示した上型 22 のスライド量と時間の関係に基づいて、詳細に説明する。まず、インナースライダ I を下降させて、上型 22 を、初期位置から金属板本体 11 に近接する第 1 所定位置まで、第 1 スライドスピードにて下降させる。これにより、上型 22 の成形部 22 a は金属板本体 11 に近接した状態となる。

【0040】

続いて、インナースライダ I をさらに下降させて、上型 22 を、第 1 所定位置から下降最下点である第 2 所定位置まで、第 1 スライドスピードに比して低速の第 2 スライドスピードにてさらに下降させる。ここで、本実施形態において、第 2 所定位置は、上型 22 の成形部 22 a が、支持部 21 b の上端部分から 1.2 mm 程度挿入された地点をいう。このように、上型 22 を第 1 所定位置から第 2 所定位置まで下降させる途中において、成形部 22 a と金属板本体 11 とが接触する。

【0041】

そして、上型 22 が、成形部 22 a と金属板本体 11 とが接触した状態から、さらに下降すると、金属板本体 11 を押圧変形させながら下型 21 の窪み部 21 a 内に挿入し始める。なお、上型 22 の外周寸法が窪み部 21 a の開口寸法に比して金属板本体 11 の板厚以上小さい寸法とされている。このため、上型 22 を窪み部 21 a 内に挿入する際には、金属板本体 11 が上型 22 と支持部 21 b とに挟まれて、切断されることがない。

【0042】

このように、上型 22 が、金属板本体 11 を押圧変形させながら、窪み部 21 a 内に挿入し始めると、密閉空間内の作動液体 A が圧縮され始める。これにより、作動液体 A は加圧されて、作動液体 A の液圧力が、図 6 に破線によって示すように、上型 22 のスライド量に比例して上昇する。このように、作動液体 A の液圧力が上昇すると、金属板本体 11 は、表面が成形部 22 a の凸状部によって凹形状に押圧変形されるとともに、裏面が作動液体 A の上昇した液圧力によって、図 7 に示すように、成形部 22 a の凹状部方向に押されて凸形状に変形するようになる。

【0043】

そして、上型 22 が第 2 所定位置まで下降すると、金属板本体 11 はさらに押圧変形されて、作動液体 A がさらに圧縮されるため、その液圧力はさらに上昇する。このときの液圧力は、300～400 MPa 程度まで上昇する。このように、上型 22 が第 2 所定位置まで下降して、作動液体 A の液圧力が上昇すると、金属板本体 11 の表面には、図 8 に示すように、成形部 22 a の凹状部が転写された状態すなわち筋状凸部 12 が正確に形成される。

【0044】

図 4 に示す第 4 の工程では、図 6 の実線および破線により示すように、第 3 の工程にて、金属板本体 11 に筋状凸部 12 が転写された後に、上型 22 を第 2 所定位置に維持するとともに、作動液体 A の上昇した液圧力を所定時間（例えば、0.5 秒）維持する。このように、金属板本体 11 の裏面全体に対して、所定時間高圧の液圧力により発生する力を均等に作用させることにより、部分的な伸びや縮みによって生じた歪を除去することができる。また、金属板本体 11 の筋状

凸部 12 にも所定時間高圧の液圧力により発生する力を作用させることによって、より正確に成形部 22a の凹状部を転写することができる。

【0045】

所定時間が経過すると、開閉弁 S1 を開状態として作動液体 A の液圧力を解放して降下させた後、インナースライダ I が軸線方向に上昇して、上型 22 が上昇する。続いて、アウトースライダ O が軸線方向に上昇して、ブランクホルダ 23 が上昇する第 5 の工程が行われる。これにより、金属板本体 11 に多数の筋状凸部 12 が形成されたメタルセパレータ 10 を取り出すことができ、液圧成形が終了する。このように、第 1 の工程から第 5 の工程（1 サイクル）を経ることにより、メタルセパレータ 10 が完成する。なお、作動液体 A が窪み部 21a の上端部に達するまで満たされていない場合には、液体補充装置 S を作動させるとともに開閉弁 S1 を開状態として、作動液体 A を補充する。そして、作動液体 A が窪み部 21a の上端部に達するまで満たされると、液体補充装置 S を停止させるとともに開閉弁 S1 は閉状態とされる。

【0046】

以上の説明から理解できるように、液圧成形機 20 を使用して、第 1 の工程から第 5 の工程を順次実施することにより、メタルセパレータ 10 を成形することができる。すなわち、上型 22 が下型 21 に対して相対的に下降して、下型 21 の支持部 21b に載置された金属板本体 11 を押圧変形させる。これにより、下型 21 の窪み部 21a に満たされた作動液体 A を圧縮して加圧して液圧力を高める。そして、上型 22 に形成された成形部 22a と液圧力が高められた作動液体 A とにより、金属板本体 11 に多数の筋状凸部 12 を成形することができる。このため、作動液体 A の加圧減圧工程および下型 21 と上型 22 とのプレス工程をなくすことができるとともに上型 22 の昇降ストロークを筋状凸部 12 の高さ程度に小さくすることができる。したがって、メタルセパレータ 10 を加工する加工時間を短縮することができる。

【0047】

また、多数の筋状凸部 12 を成形した後、作動液体 A の液圧力を所定の時間保持することができる。この結果、金属板本体 11 の下面に所定時間高圧の液圧力

を均一に作用させることができるため、例えば、成形に伴って発生する歪を除去することができる。したがって、歪除去工程をなくすことができ、加工時間を短縮することができる。また、作動液体Aの液圧力を所定の時間経過後開放することができる。これにより、上型22が上昇した後、金属板本体11の下面に作用している高圧の液圧力によって、メタルセパレータ10の筋状凸部12が変形することを防止することができる。

【0048】

また、金属板本体11の裏面は、作動液体Aとのみ接触するため、例えば、型との接触による傷つけなどを防止することができる。また、金属板本体11の裏面が、作動液体Aと接触して成形されるため、成形部分に均一に加工力が作用する。これにより、金属板本体11の伸びを大きくすることができ、例えば、板厚が1mm以下の薄板であっても、容易に成形することができる。

【0049】

また、別途加圧ポンプを設けなくても、効率よく作動液体Aの液圧力を高めて、容易に加工することができる。このため、液圧成形機20の構造を簡略化することができ、液圧成形機20の製造コストを低減することができる。また、作動液体Aの液圧力が高圧となった場合であっても、金属板本体11と支持部21bとの間から、作動液体Aが漏出することを防止して成形することができるため、作動液体Aの液圧力を高めることができる。これにより、上型22の成形部22aの形状をより正確に転写することができ、成形精度を向上させることができる。

【0050】

また、作動液体Aを容易に入手可能なグリコールと水とを混合して作製することができる。これにより、低圧縮でかつ高粘度の液体を極めて容易に作製することができる。また、液圧成形機20には、下型21の窪み部21aに満たされる作動液体Aを補充する液体補充装置Sを設けることができる。このため、例えば、連続成形により、作動液体Aが減少した場合であっても、容易に作動液体Aを補充することができる。

【0051】

上記第 1 実施形態においては、開閉弁 S 1 が開閉動作することによって、液体補充装置 S から作動液体 A を窪み部 2 1 a に補充したり、作動液体 A の液圧力を開放して降下させるように実施した。この開閉弁 S 1 および液体補充装置 S に代えて、図 9 ～図 1 1 に示すように、複合弁 3 0 を下型 2 1 に組み付けるとともに、複合弁 3 0 に管路 H 1, H 2, H 3 介してコントロールバルブユニット 4 0 およびポンプユニット 5 0 を接続して実施することも可能である。以下、この第 2 実施形態を詳細に説明するが、上記第 1 実施形態と同一部分に同一符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0052】

複合弁 3 0、コントロールバルブユニット 4 0 およびポンプユニット 5 0 は、給排封止装置の構成部材であって、金属板本体 1 1 が下型 2 1 の支持部 2 1 b に載置される前に下型 2 1 の窪み部 2 1 a に作動液体 A を供給して満たし、金属板本体 1 1 が上型 2 2 と下型 2 1 とによって成形されるときに窪み部 2 1 a に満たした作動液体 A を封止し、成形後に上型 2 2 が下型 2 1 の窪み部 2 1 a から退避動作する前に窪み部 2 1 a から作動液体 A を排出することが可能である。

【0053】

複合弁 3 0 は、図 1 0 および図 1 1 に示すように、チェック弁 3 7 とパイロット式リリーフ弁 3 8 を組み合わせたものであり、バルブボデー 3 1 と、このバルブボデー 3 1 に形成された供給ポート 3 2、給排ポート 3 3、排出ポート 3 4、パイロットポート 3 5 およびセンサ取付ポート 3 6 と、これらポート間を連通する連通路 U 1, U 2 および U 3 を備えている。

【0054】

バルブボデー 3 1 は、機械構造用炭素鋼などのブロック材から形成された本体部分 3 1 a とカバー部分 3 1 b から構成されている。そして、バルブボデー 3 1 は、本体部分 3 1 a とカバー部分 3 1 b が互いに組み付けられた状態において、各ポート 3 2, 3 3, 3 4, 3 5 および 3 6 と連通路 U 1, U 2, U 3 および U 4 が同一平面に形成されていて、扁平形状とされている。

【0055】

供給ポート 3 2 は、バルブボデー 3 1 のカバー部分 3 1 b に形成されていて、

管路H1、コントロールバルブユニット40が備える可変絞り弁41および4ポート3位置電磁切替弁42のAポートに接続されて作動液体Aを供給するためのポートである。なお、管路H1は、高圧ゴムホースおよびカプラーから形成されている。給排ポート33は、バルブボデー31の本体部分31aに形成されていて、液圧成形機20の下型21に形成されて窪み部21aの底部にて開口する通路21cにダイレクトに接続されて窪み部21aへの作動液体Aの供給と窪み部21a内の作動液体Aを排出するためのポートである。そして、供給ポート32と給排ポート33とは、連通路U1によって接続されている。

【0056】

排出ポート34は、バルブボデー31の本体部分31aに形成されていて、管路H2を介して、ポンプユニット50が備えるタンク52に接続されて窪み部21a内から排出された作動液体Aをタンク52へ流すためのポートである。そして、排出ポート34は、連通路U2によって給排ポート33と接続されている。なお、管路H2は、高圧ゴムホースおよびカプラーから形成されている。

【0057】

パイロットポート35は、バルブボデー31のカバー部分31bに形成されていて、管路H3、コントロールバルブユニット40が備える可変絞り弁41および4ポート3位置電磁切替弁42のBポートに接続されおり、連通路U3を介してパイロット式リリーフ弁38にパイロット圧を供給するためのポートである。なお、管路H3は、高圧ゴムホースおよびカプラーから形成されている。

【0058】

センサ取付ポート36は、圧力センサPSを組み付けるためのポートである。そして、センサ取付ポート36は、連通路U1に接続される連通路U4によって給排ポート33と接続されている。なお、圧力センサPSをセンサ取付ポート36に取り付けない場合には、センサ取付ポート36に栓を取り付けるようになっている。

【0059】

チェック弁37は、供給ポート32と給排ポート33とを互いに接続する連通路U1の途中に設けられている。そして、チェック弁37は、作動液体Aが供給

ポート 32 を介して連通路 U1 に導入されると、給排ポート 33 への作動液体 A の流れを許可する。一方、チェック弁 37 は、給排ポート 33 から供給ポート 32 への流れに対して、作動液体 A の流れを阻止する。

【0060】

パイロット式リリーフ弁 38 は、給排ポート 32 と排出ポート 34 とを互いに接続する連通路 U2 の途中に設けられている。このパイロット式リリーフ弁 38 は、パイロットポート 35 および液路 U3 を介して伝達されるパイロット圧を受圧するピストン 38a を備えている。そして、ピストン 38a には、ポペット弁 38b がピストン 38a の軸線方向にて摺動可能に組み付けられており、ピストン 38a とポペット弁 38b 間に組み付けられたバネ 38c の付勢力によって、ポペット弁 38b の弁部が弁座方向に付勢されている。

【0061】

そして、パイロット式リリーフ弁 38 は、コントロールバルブユニット 40 が備える 4 ポート 3 位置電磁切替弁 42 の切替動作に応じて、パイロットポート 35 を介してポンプユニット 50 からパイロット圧が伝達された状態では、リリーフ圧が高圧設定値とされる。一方、4 ポート 3 位置電磁切替弁 42 の切替動作に応じて、パイロットポート 35 を介してポンプユニット 50 からパイロット圧が伝達されない状態では、リリーフ圧が低圧設定値とされる。

【0062】

圧力センサ PS は、通路 21c および連通路 U4 を介して伝達される窪み部 21a 内の作動液体 A の液圧力を検出するものである。そして、圧力センサ PS によって検出された検出値は、増幅器を介して、例えば、図示しないパーソナルコンピュータに出力されるようになっている。

【0063】

コントロールバルブユニット 40 は、図 11 に示すように、可変絞り弁 41、4 ポート 3 位置電磁切替弁 42、リリーフ弁 43、44 を備えている。可変絞り弁 41 は、複合弁 30 の供給ポート 32 およびパイロットポート 35 にそれぞれ供給する作動液体 A の流量を調整するためのニードル弁である。

【0064】

4ポート3位置電磁切替弁42（以下、電磁切替弁42という）は、左右一對のソレノイド42a, 42bを備えている。また、電磁切替弁42のPポートは、ポンプユニット50の出力ポート51に接続されており、Rポートは、ポンプユニット50のタンク52に接続されている。そして、電磁切替弁42は、図示しない電気制御装置によってソレノイド42a, 42bの作動が制御されることにより、作動液体Aの流路を切り替えるようになっている。ここで、電気制御装置は、例えば、上型22やブランクホルダ23の上下動位置を検出するセンサや窪み部21a内の作動液体Aの液面を検出するセンサの検出結果に応じて、ソレノイド42a, 42bの作動を制御するようになっている。

【0065】

この電気制御装置による電磁切替弁42の制御について具体的に説明すると、電気制御装置は、上記第1の工程および第2の工程において、ソレノイド42a, 42bを非励磁の状態とする。これにより、電磁切替弁42の弁体の位置は、中央位置（図11に示す状態）とされて、A, B, P, Rポートがすべて連通した状態とされる。また、電気制御装置は、上記第3の工程および第4の工程において、ソレノイド42bを励磁する。これにより、電磁切替弁42の弁体の位置は、電磁切替弁42のP, Bポートを介して、ポンプユニット50の出力ポート51とパイロットポート35が連通し、電磁切替弁42のR, Aポートを介して、タンク52と供給ポート32が連通する弁体の位置（以下、この位置をパイロット位置という）に切り替えられる。これにより、パイロット式リリーフ弁38にパイロット圧が伝達される。

【0066】

また、電気制御装置は、上記第4の工程から第5の工程の初期において、ソレノイド42a, 42bを非励磁の状態とする。これにより、電磁切替弁42の弁体の位置は中央位置とされて、A, B, P, Rポートがすべて連通した状態として、窪み部21aの作動液体Aが排出される。また、電気制御装置は、上記第5の工程から第1の工程間にて、窪み部21a内の作動液体Aの液面検出結果に応じて、ソレノイド42aを励磁する。これにより、電磁切替弁42の弁体の位置は、P, Aポートを介して、ポンプユニット50の出力ポート51および供給ポ

ート 32 が連通し、電磁切替弁 42 の R, B ポートを介して、タンク 52 とパイロットポート 35 が連通する弁体の位置（以下、この位置を供給位置という）に切り替えられる。これにより、作動液体 A がポンプユニット 50 から窪み部 21 a に供給される。

【0067】

リリーフ弁 43 は、供給ポートに供給される作動液体 A の液圧力が所定の圧力を超えるとリリーフ作動して、ポンプユニット 50 のタンク 52 に作動液体 A を流す（逃がす）ようになっている。リリーフ弁 44 は、パイロットポートに供給される作動液体 A の液圧力が所定の圧力を超えるとリリーフ作動して、ポンプユニット 50 のタンク 52 に作動液体 A を流す（逃がす）ようになっている。

【0068】

ポンプユニット 50 は、出力ポート 51 から、タンク 52 に満たされている作動液体 A を所定の液圧力で吐出するものである。これにより、ポンプユニット 50 は、出力ポート 51 から吐出した作動液体 A を液圧成形機 20 の窪み部 21 a に供給したり、複合弁 30 のパイロット式リリーフ弁 38 に所定のパイロット圧を伝達したりするようになっている。

【0069】

このように構成した複合弁 30 は、上記第 1 および第 2 の工程において、電磁切替弁 42 の弁体の位置が中央位置に切り替えられているため、パイロット式リリーフ弁 38 のリリーフ圧が低圧設定値とされていて、作動液体 A は、金属板本体 11 の下面、窪み部 21 a、通路 21 c および複合弁 30 とから形成される空間に密閉された状態となる。ここで、上記第 1 の工程において、金属板本体 11 を支持部 21 b に載置する前に、作動液体 A の補充が必要な場合には、一旦電磁切替弁 42 の弁体の位置を供給位置に切り替える。これにより、図 12 (c) に示すように、ポンプユニット 50 から窪み部 21 a に作動液体 A を補充することができる。なお、作動液体 A を補充した後は、電磁切替弁 42 の弁体の位置が中央位置に切り替えられる。

【0070】

また、複合弁 30 は、上記第 3 および第 4 の工程において、電磁切替弁 42 の

弁体の位置がパイロット位置に切り替えられているため、図 12 (a) に示すように、チェック弁 37 およびパイロット式リリーフ弁 38 が作動液体 A の流れを禁止する。このとき、パイロット式リリーフ弁 38 のリリーフ圧は、高圧設定値とされている。また、上記第 4 の工程から第 5 の工程に切り替わった初期において、複合弁 30 は、電磁切替弁 42 の弁体の位置が中央位置に切り替えられているため、図 12 (b) に示すように、作動液体 A が管路 H2 を介して、ポンプユニット 50 のタンク 52 へ排出される。したがって、窪み部 21 a 内の液圧力は開放される。

【0071】

また、第 5 の工程において、メタルセパレータ 10 を取り出した後、作動液体 A の補充が必要な場合には、複合弁 30 は、電磁切替弁 42 の弁体の位置が供給位置に切り替えられて、図 12 (c) に示すように、供給ポート 32 から給排ポート 33 への流れが許可される。これにより、ポンプユニット 50 から供給された作動液体 A を、通路 21 c を介して、窪み部 21 a 内に補充することができる。

【0072】

このように、上記第 1 実施形態の開閉弁 S1 および液体補充装置 S に代えて、複合弁 30、コントロールバルブユニット 40 およびポンプユニット 50 を採用した第 2 実施形態においても、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。また、チェック弁 37 およびパイロット式リリーフ弁 38 を備えた複合弁 30 のバルブボデー 31 を下型 21 に直接組み付けることにより、下型 21 の窪み部 21 a と各弁 37、38 間をそれぞれ連通する連通配管を設ける必要がない。これにより、作動液体 A の液圧力が高圧とされたときに、連通配管が拡張することによる圧力降下が生じず、作動液体 A の液圧力を高圧で保持することができる。また、連通配管による圧力効果が生じないため、作動液体 A の圧縮が小さくても、極めて容易に液圧力を高めることができ、上型 22 のストローク量を小さくすることができる。さらに、チェック弁 37 とパイロット式リリーフ弁 38 とをそれぞれ組み付けるためのスペースを省略することができて、液圧成形機 20 をコンパクトに構成することができる。

【0073】

ところで、この第2実施形態においては、センサ取付ポート36に圧力センサPSを取付可能となっているため、圧力センサPSを取り付けた場合には、同センサPSから出力された検出値を、例えば、図示しないパーソナルコンピュータの表示器上に窪み部21a内の液圧力として表示することができる。これにより、液圧成形機20の作動状態を監視する作業者は、窪み部21a内の液圧力が所定の圧力まで液圧力が上昇したか否かを確認することができて、メタルセパレータ10が所定の成形条件で成形されたか否かを確認することができる。

【0074】

このため、圧力センサPSから出力される作動液体Aの液圧力に基づいて、製品の成形状態の良否を判別することができて、製品の品質を良好に保つことができる。また、圧力センサPSから出力された作動液体Aの液圧力に基づいて、例えば、液圧成形機20の作動量すなわち上型22が下型21の窪み部21aに侵入する作動量を適宜調整することも可能である。これにより、金属板本体11の形状の影響（例えば、厚さの変動など）を最小として成形することができるため、製品の品質を良好に保つことができる。

【0075】

ここで、上記各実施形態においては、成形の対象をメタルセパレータ10とし、多数の筋状凸部12を成形するように実施したが、その他の薄肉金属板に多数の凸部を成形するように実施可能であることはいうまでもない。

【0076】

また、上記各実施形態においては、ワークが平板状の金属板本体11であり、下型21が固定型、上型22が可動型として実施した。すなわち、上型22と下型21間に介在させた金属板本体11の下側に作動液体Aを密閉状態にて満たして、上型22を下型21の窪み部21aに向けて押し込むことにより作動液体Aを加圧し、加圧された作動液体Aにより金属板本体11の一部をその上側に形成した成形部22aに向けて変形させて、金属板本体11に成形を施すようにして実施した。

【0077】

しかしながら、ワークを筒状とし、その内側に作動液体Aを收容して実施することも可能である。すなわち、可動型と固定型間に介在させた筒状のワークの内側に作動液体Aを密閉状態にて満たして、可動型をワークの軸線方向にて收容部に向けて押し込む。これにより、可動型はワークを軸線方向に押し込んで変形させるとともに内側に收容した作動液体Aを圧縮して加圧する。そして、加圧された作動液体Aによって、ワークの一部をその外側に配設した固定型に形成された形成空間部に向けて変形させて、ワークに成形を施す。

【0078】

これによっても、可動型を作動液体Aの收容部に向けて押し込むことにより作動液体Aを加圧することができる。このため、作動液体Aを加圧するための加圧ポンプを備える必要がなくて、型構造を簡略化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る液圧成形機が行う第1の工程を説明するための概略図である。

【図2】 本発明の第1実施形態に係る液圧成形機が行う第2の工程を説明するための概略図である。

【図3】 本発明の第1実施形態に係る液圧成形機が行う第3の工程を説明するための概略図である。

【図4】 本発明の第1実施形態に係る液圧成形機が行う第4の工程を説明するための概略図である。

【図5】 (a)は、メタルセパレータによって構成した燃料電池の概略的な要部断面図であり、(b)は、第1の工程から第4の工程を経て成形されるメタルセパレータ素材(ワーク)の成形部を部分的に示す斜視図である。

【図6】 ワークの加工工程(1サイクル)における上型のスライド量および作動液体の液圧力を概略的に示すグラフである。

【図7】 図3に示す第3の工程にて金属板本体に形成される凸形状を説明するための説明図である。

【図8】 図3に示す第3の工程にて金属板本体に形成される筋状凸部を説明するための説明図である。

【図 9】 本発明の第 2 実施形態に係る液圧成形機を概略的に示した概略図である。

【図 1 0】 本発明の第 2 実施形態に係る液圧成形機に組み付けられる複合弁の構成を説明するための概略図である。

【図 1 1】 図 9 の複合弁、コントロールバルブユニットおよびポンプユニットを示す油圧回路図である。

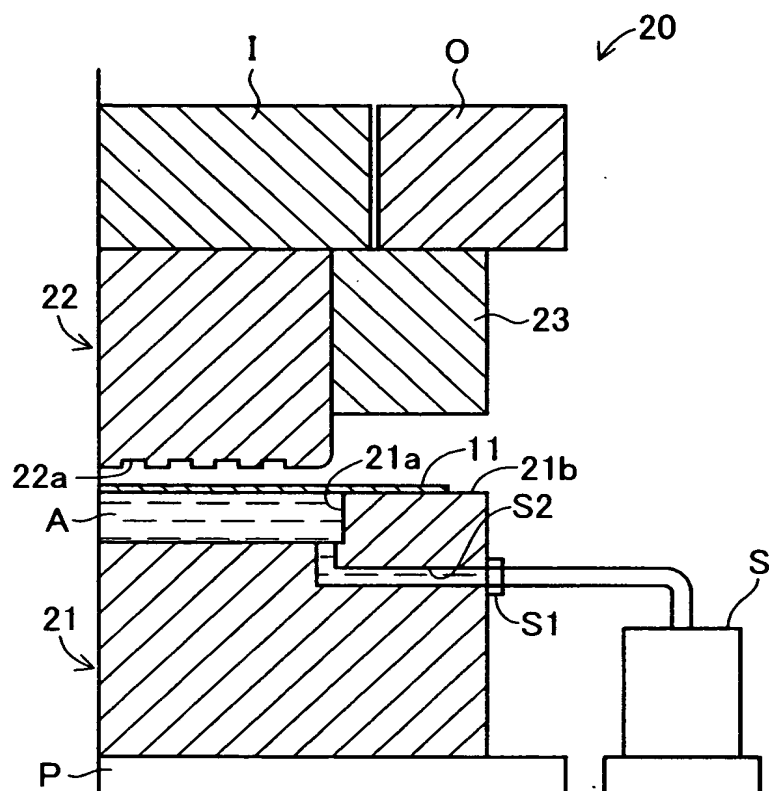
【図 1 2】 図 9 に示す複合弁の作動を説明するための説明概略図である。

【符号の説明】

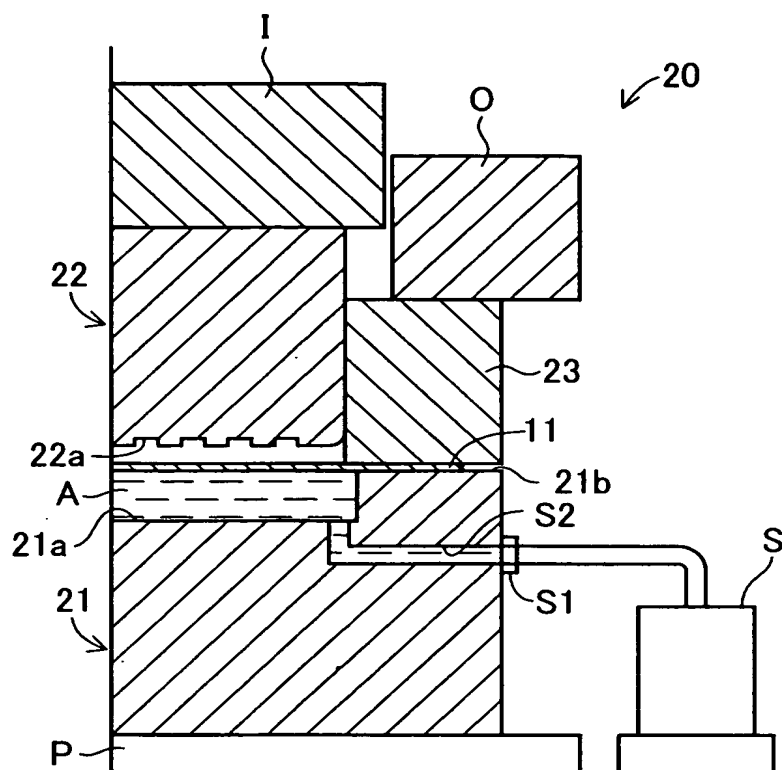
1 0…メタルセパレータ、1 1…金属板本体、1 2…筋状凸部、2 0…液圧成形装置、2 1…下型、2 1 a…窪み部、2 1 b…支持部、2 2…上型、2 1 a…成形部、2 3…ブランクホルダ、3 0…複合弁、3 7…チェック弁、3 8…パイロット式リリーフ弁、3 9…圧力センサ、4 0…コントロールバルブユニット、5 0…ポンプユニット、A…作動液体、P…プレスベッド、I…インナースライダ、O…アウトースライダ

【書類名】 図面

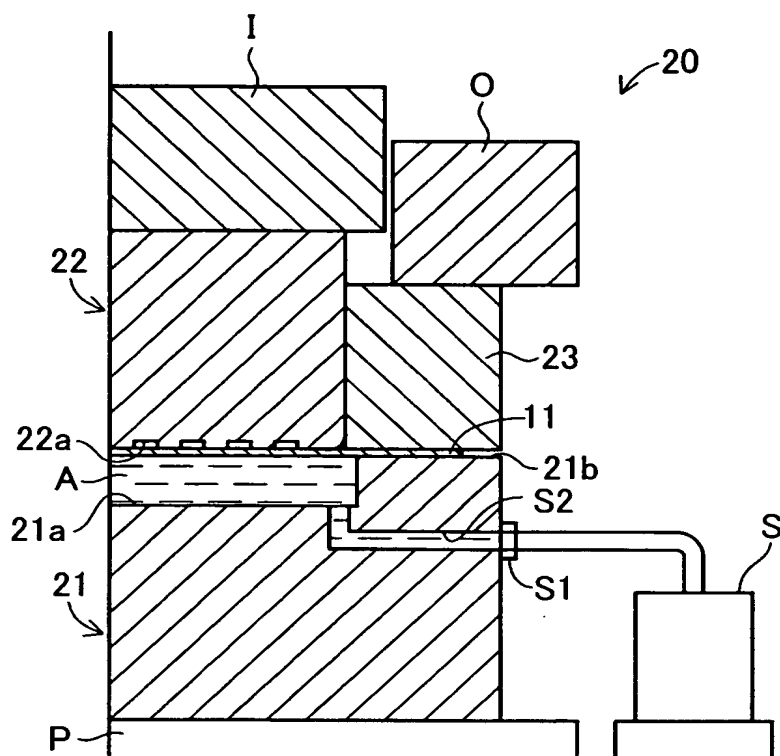
【図 1】



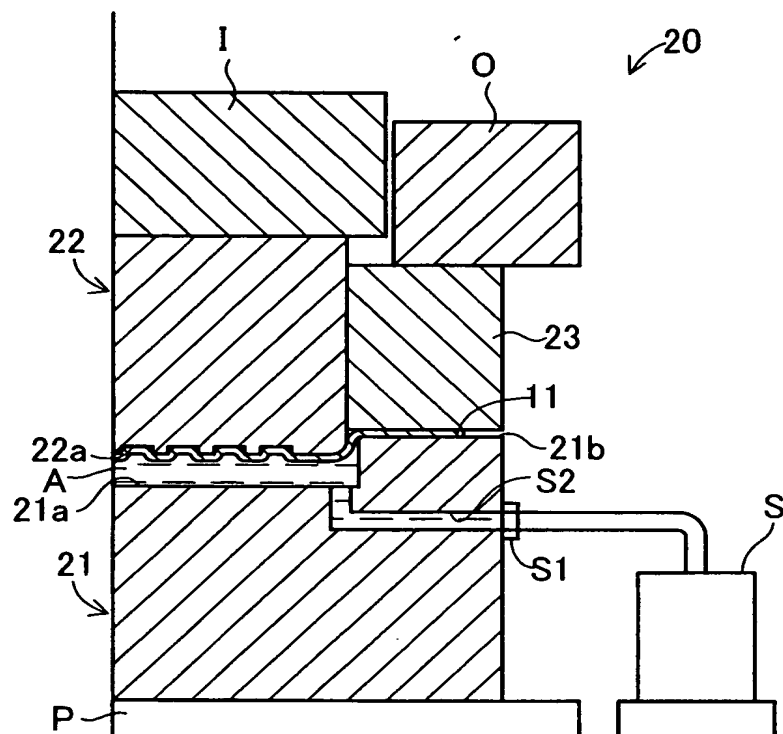
【図 2】



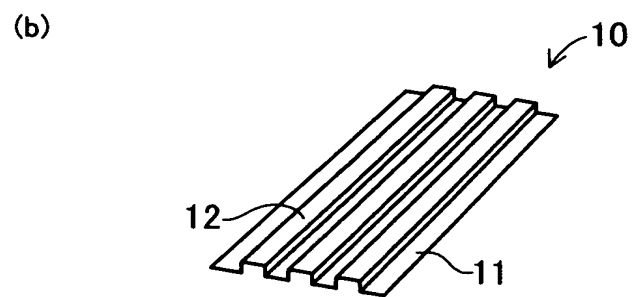
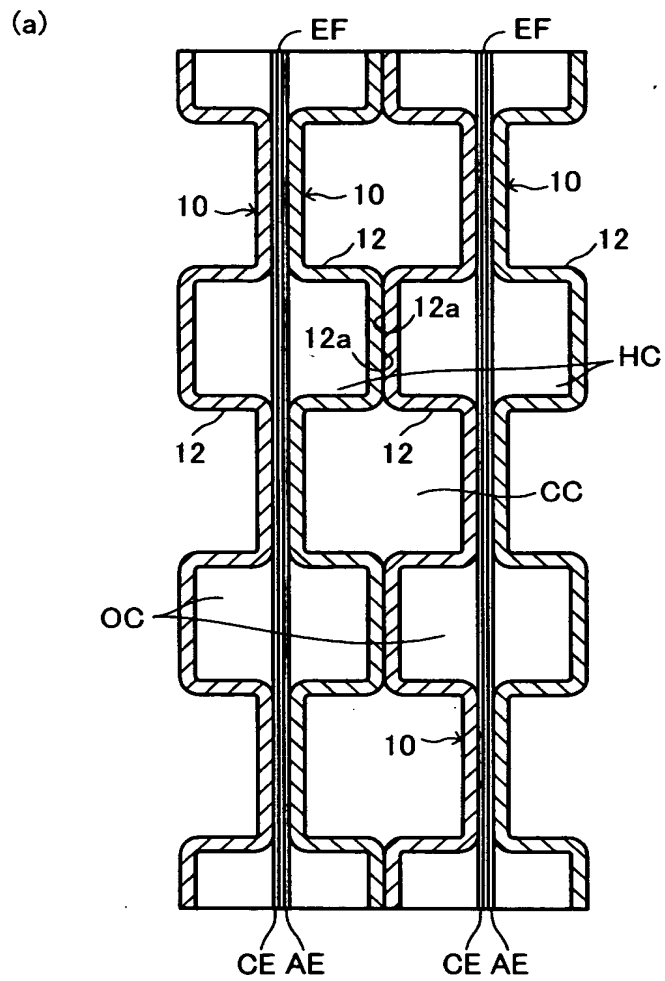
【図 3】



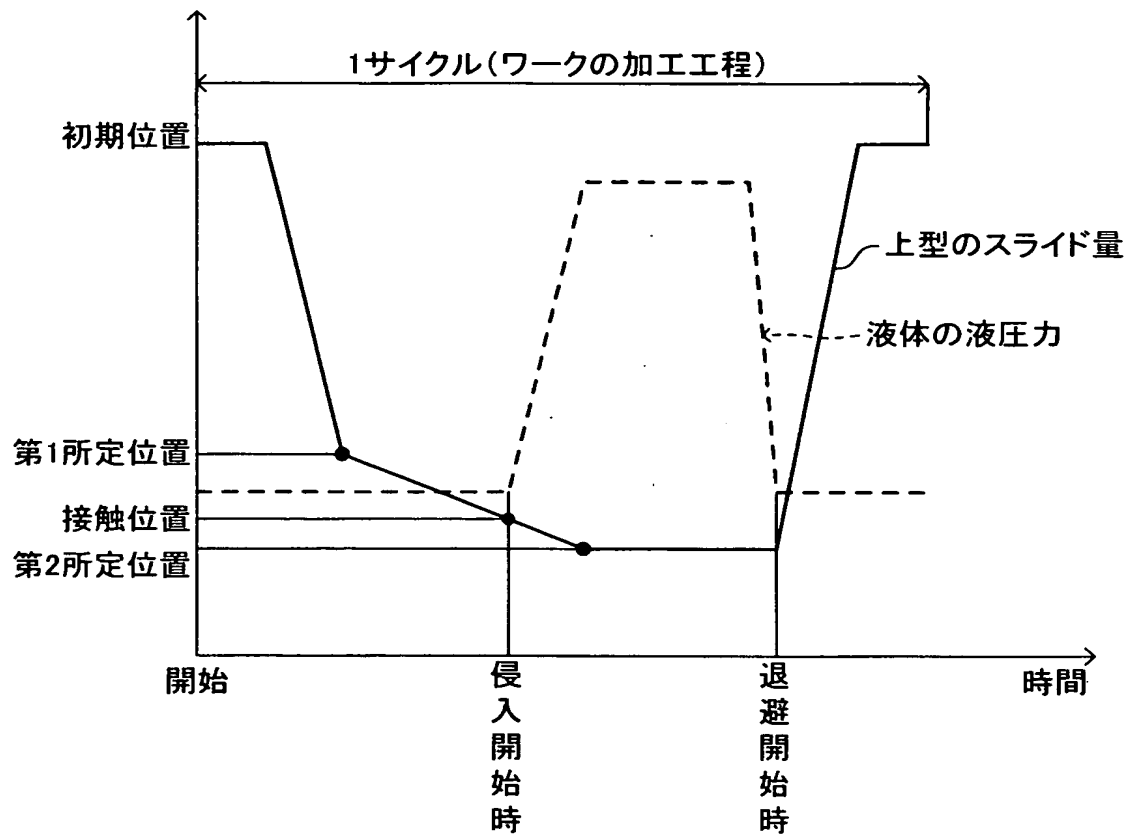
【図 4】



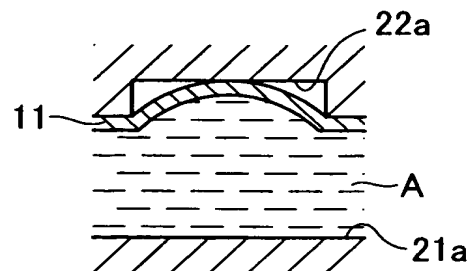
【図 5】



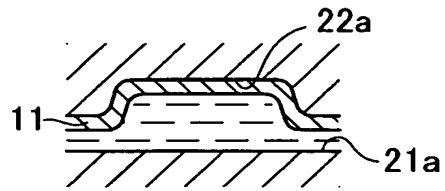
【図 6】



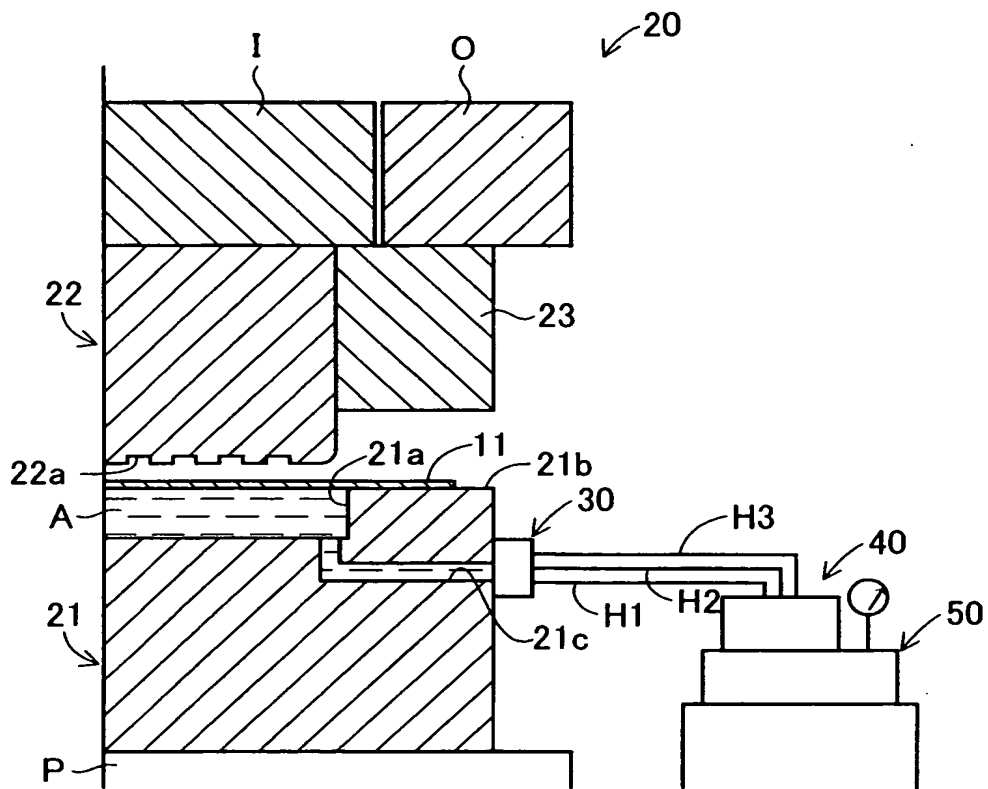
【図 7】



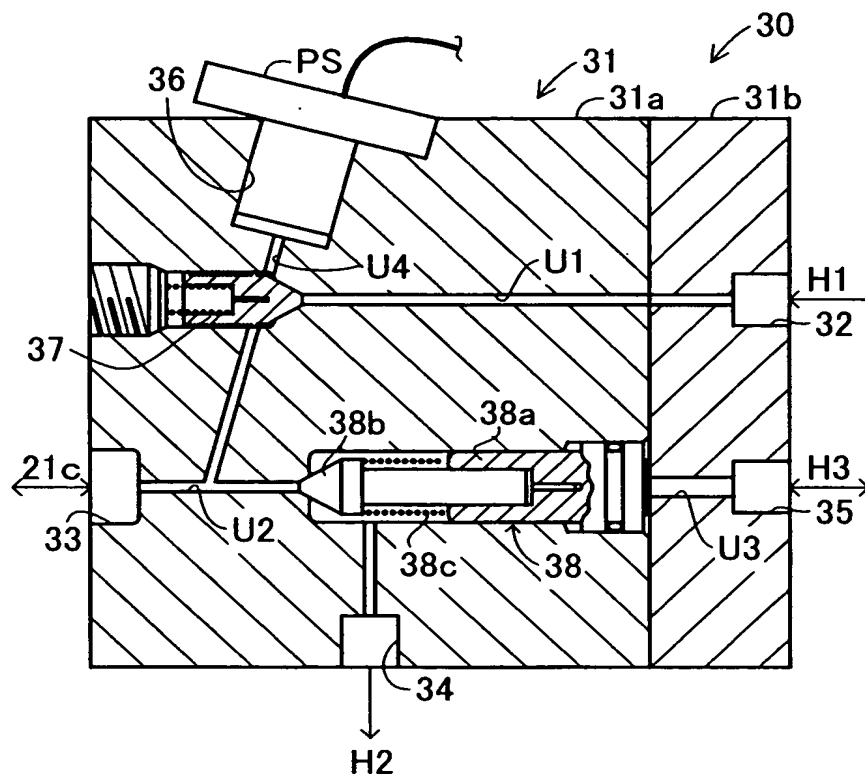
【図 8】



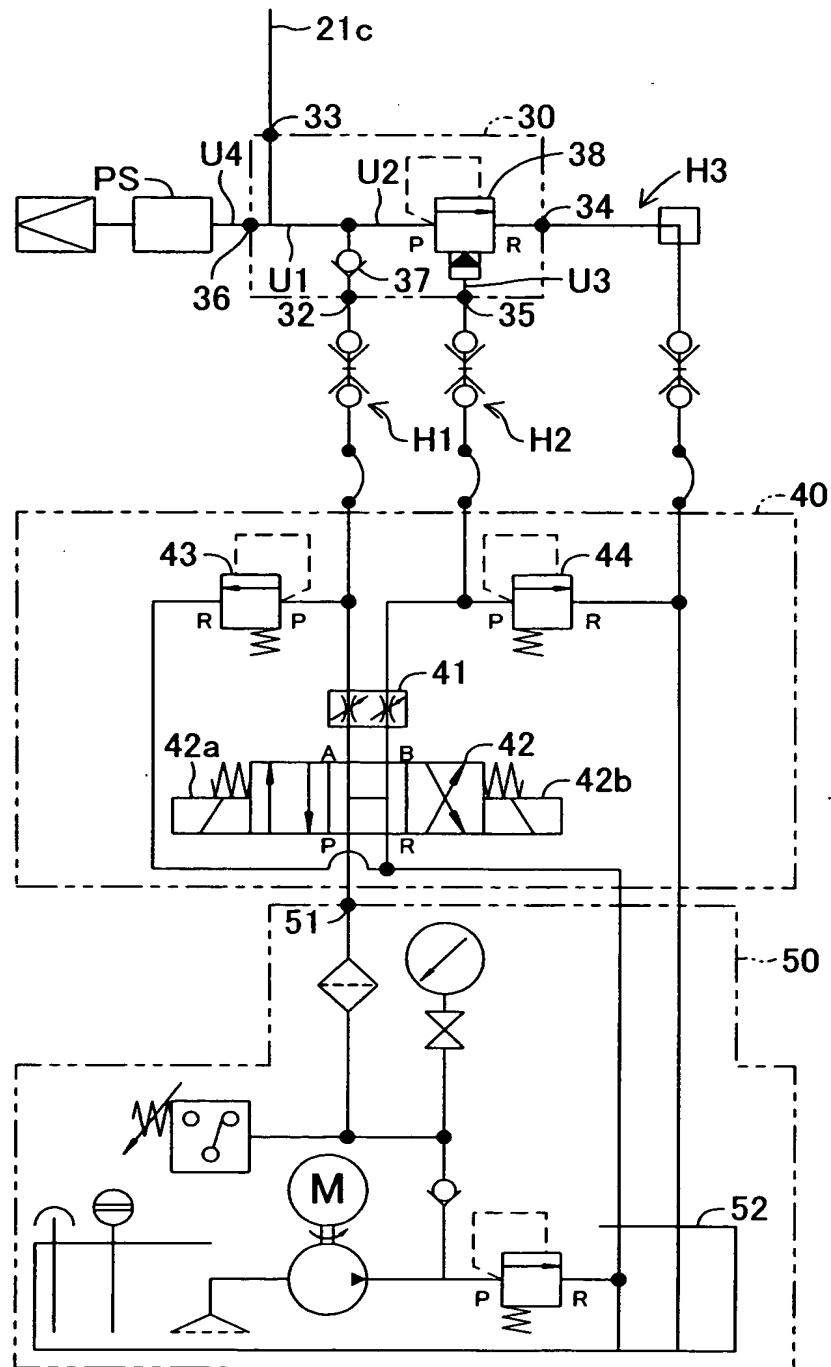
【図 9】



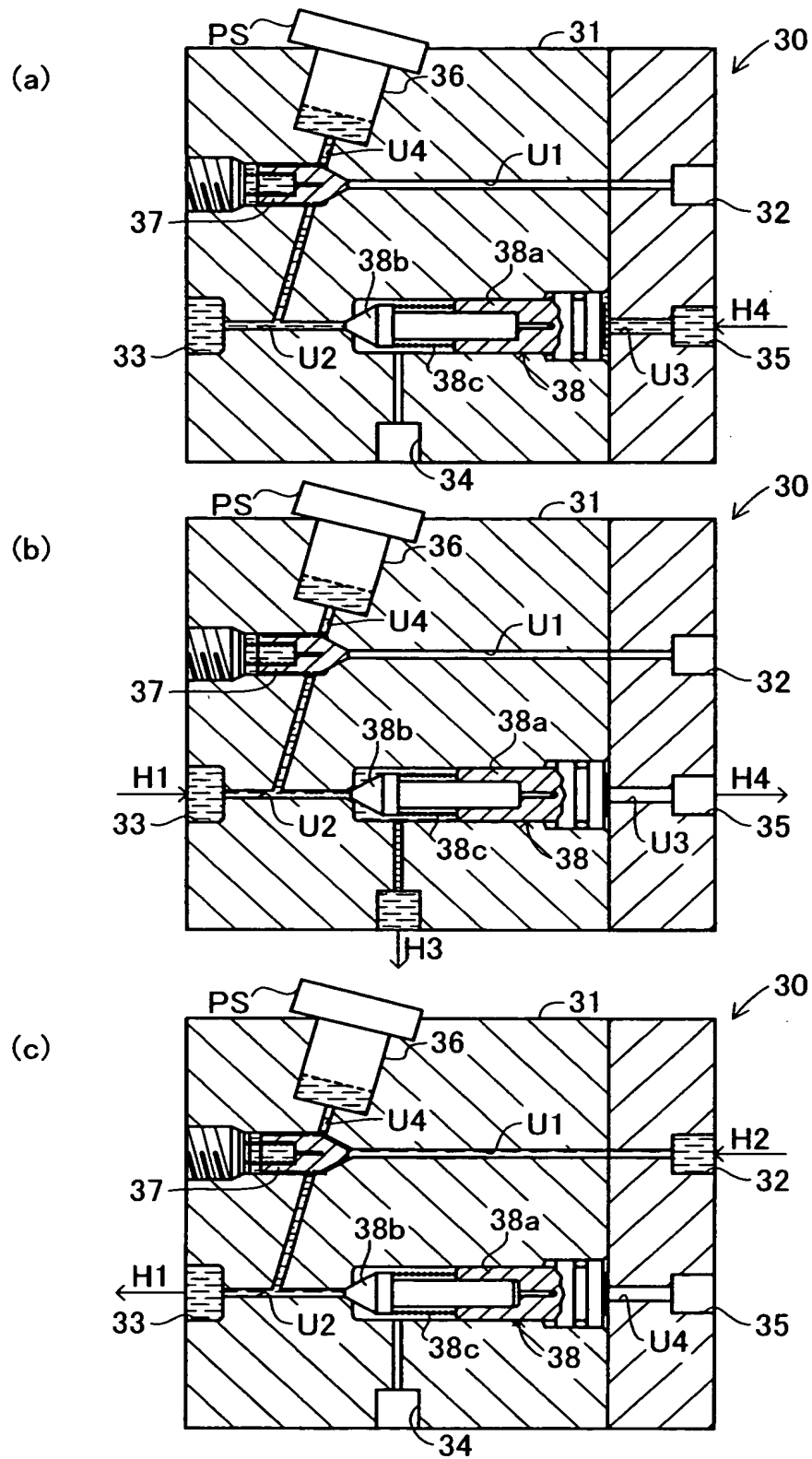
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡略化した型構造によって、好適な液圧成形を可能とする液圧成形方法および液圧成形装置を提供すること。

【解決手段】 液圧成形機 20 を使用して、下型 21 に形成された窪み部 21a に作動液体 A を満たした状態で、金属板本体 11 を支持部 21b に載置する。次に、ブランクホルダ 23 を下降させて、支持部 21b とにより載置した金属板本体 11 の周縁部を挟持する。次に、上型 22 を下型 21 に対して相対的に下降し、金属板本体 11 の中央部分を押圧変形させるとともに、作動液体 A を圧縮して液圧力を高める。そして、高圧とされた作動液体 A の液圧力と成形部 22a とにより、筋状凸部 12 を金属板本体 11 に転写する。また、作動液体 A の液圧力を所定の時間保持する。そして、高圧とされた作動液体 A の液圧力を開放する。以上の工程を経てメタルセパレータ 10 を液圧成形する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-178935
受付番号	50301047329
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 6月27日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 6月24日
【特許出願人】	
【識別番号】	000101639
【住所又は居所】	愛知県豊田市吉原町上藤池 2 5 番地
【氏名又は名称】	アラコ株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100088971
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤 3 丁目 1 番 1 8 号 名 古屋 K S ビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	大庭 咲夫
【選任した代理人】	
【識別番号】	100115185
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤 3 丁目 1 番 1 8 号 名 古屋 K S ビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	加藤 慎治

次頁無

特願 2 0 0 3 1 7 8 9 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 0 1 6 3 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市吉原町上藤池 2 5 番地

氏 名

アラコ株式会社